

УДК 621.321

doi: 10.20998/2413-4295.2018.26.23

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТІВ ОСВІТЛЕННЯ МАК ПРИ НЕЯКІСНІЙ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

В. П. ПИЛИПЧУК¹, В. С. ШИРЯЄВ¹, В. Г. СИЧЕНКО^{2*}, Є. М. КОСАРЕВ², С. М. МАЛИШ³

¹ ТОВ «Протон», Сміла, УКРАЇНА

² кафедра «Інтелектуальні системи електропостачання», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, УКРАЇНА

³ виробничий підрозділ служби електропостачання Шевченківська дистанція електропостачання регіональної філії Одеська залізниця ПАТ «Українська залізниця», Сміла, УКРАЇНА

* email: elpostz@i.ua

АНОТАЦІЯ Питання впровадження енергозберігаючих технологій в освітленні, особливо в умовах безперервного зростання вартості електроенергії, актуальне і може суттєво знизити споживання електроенергії. Витрата електроенергії на цілі освітлення може бути помітно знижена досягненням оптимальної роботи освітлювальної установки в кожен момент часу. Домогтися найбільш повного і точного обліку наявності денного світла, так само як і обліку присутності людей, можна, застосовуючи засоби автоматичного управління освітленням. Принцип дії цих пристроїв ґрунтувався на повному або частковому вимкненні освітлювального навантаження при перевищенні природної освітленості заданого рівня. Автоматичне управління освітленням дозволяє знизити поточну потужність освітлення, а також виключити можливість роботи освітлення в неробочий час за керівними сигналами. На сьогоднішній день розроблена та застосовується велика гамма модифікацій засобів автоматичного управління освітленням в різноманітних сферах народного господарства. В той же час, досвід експлуатації даних пристроїв показав, що в умовах різкозмінних тягових навантажень виникають збої в роботі, пов'язані з недостатньо стійкою роботою блоків живлення. Тому в роботі проведено аналіз якості напруги живлення автоматів освітлення та запропоновані шляхи модернізації джерел живлення комутаторів освітлення серії МАК для забезпечення надійної і безперебійної роботи в умовах значних коливань напруги мережі живлення на залізниці.

Ключові слова: автомат освітлення; якість електроенергії; змінний струм; джерело живлення; стабілізатор.

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE AUTOMATIC LIGHTINGS FUNCTIONING WITH NON-QUALITY ELECTRICITY

V. PYLYPCHUK¹, V. SHYRYAYEV¹, V. SYCHENKO^{2*}, Ye. KOSARIEV², S. MALYSH³

¹ «Proton» Ltd, Smila, UKRAINE

² Department "Intelligent Electrification Systems", Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Dnipro, UKRAINE

³ Production subdivision of the power supply service Shevchenkivsky electric power supply branch of the regional branch Odessa railway PJSC «Ukrainian railway», Smila, UKRAINE

ABSTRACT The issue of introducing energy-saving technologies into the light, especially in the context of a continuous increasing the electricity cost, is topical and can significantly reduce energy consumption. The power consumption for lighting can be significantly reduced by achieving the optimal operation of the lighting unit at any time. To achieve the most complete and accurate number of the daylight, as well as the number of people, can be made by means of automatic lighting control. The operation principle of these devices is based on full or partial off of the lighting load when the natural lighting of a given level is exceeded. Automatic control of lighting can reduce the current power of lighting, as well as exclude the possibility of lighting during non-working hours behind the guiding signals. Nowadays, a large range of automatic control tools has been developed and applied in various national economy sectors.

At the same time, the experience of using these devices showed that in the conditions of sharply variable traction loads there are malfunctions in the work, due to insufficiently stable operation of power units. Therefore, there was an analysis of voltage quality supplying the light automats, it was also provided the modernization of power sources for switcher of MAK series to ensure reliable and uninterrupted operation under conditions of significant fluctuations in the power supply on the railway.

Keywords: automatic lighting; power quality; alternating current; power supply; stabilizer.

Вступ

Актуальність енергозбереження та підвищення енергоефективності в усіх ланках споживання

електричної енергії є настільки очевидною, що це питання потребує вирішення на багатьох підприємствах. Значна частина витрат електроенергії припадає на освітлення. Тому питання впровадження

енергозберігаючих технологій в освітленні, особливо в умовах безперервного зростання вартості електроенергії, актуальне і може суттєво знизити споживання електроенергії. Як показують деякі дослідження, енергоефективне зовнішнє освітлення дозволяє скоротити енергоспоживання більш ніж на 60% [1 – 3].

Автоматичне управління освітленням (АУО) дає можливість здійснювати повний контроль факторів, які визначають споживання електричної енергії: поточної потужності освітлення та тривалості її споживання. Економічність АУО є їх найбільш важливою особливістю в умовах експлуатації, коли чіткий контроль за роботою освітлення й персональну відповідальність за витрати електроенергії реалізувати важко [4 – 8].

Початок серійного виробництва й широкого впровадження автоматичних пристроїв співпав з періодом стрімкого розвитку напівпровідникової елементної бази (початок 60-х років ХХ століття). Принцип дії цих пристроїв ґрунтувався на повному або частковому вимкненні освітлювального навантаження при перевищенні природної освітленості заданого рівня. Сучасні АУО дозволяють знизити поточну потужність освітлення, а також виключити можливість роботи освітлення в неробочий час за керівними сигналами [9 – 11].

На сьогоднішній день розроблена та застосовується велика гамма модифікацій автоматів освітлення в різноманітних сферах народного господарства. На Одеській залізниці також експлуатується багато АУО різних виробників, в тому числі отримали поширення комутатори освітлення МАК-СУ та МАК-СТ виробництва ТОВ «Протон».

Прилад МАК-СУ (багатофункціональний автоматичний комутатор світловий універсальний), розроблений ТОВ Протон призначений для автоматичного ввімкнення в темний час доби і виключення у світлий час доби зовнішнього освітлення переїздів, посадочних платформ, зупинних пунктів.

Прилад МАК-СТ (багатофункціональний автоматичний комутатор з таймером) призначений для автоматичного ввімкнення в темний час доби і виключення у світлий час доби зовнішнього освітлення станцій, посадочних платформ, зупинних пунктів і переїздів, в додатково програмованому режимі роботи. Програмований таймер приладу дозволяє відключати освітлення в темний час доби на будь-який, заздалегідь встановлений, час з точністю до однієї хвилини.

Як показують розрахунки, застосування приладів МАК-СУ і МАК-СТ дозволить економити значні грошові кошти, сприятиме підвищенню безпеки руху та покращить якість взаємодії під'їзних та магістральних колій.

В той же час, досвід експлуатації даних пристроїв показав, що в умовах різкозмінних тягових навантажень виникають збої в роботі, пов'язані з недостатньо стійкою роботою блоків живлення.

Мета роботи

Метою роботи є розробка заходів з підвищення надійності функціонування джерел живлення автоматів освітлення при неякісній електроенергії в мережі.

Виклад основного матеріалу

Дослідження якості електричної енергії

Експериментальні дослідження якості електричної енергії виконувались згідно розробленої на кафедрі «Інтелектуальні системи електропостачання» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна методики з використанням розробленого програмно-апаратного комплексу [12]. Результати експериментальних досліджень якості електричної енергії на затисках комутаторів освітлення наведені нижче.

1. Електрифікована ділянка основного ходу

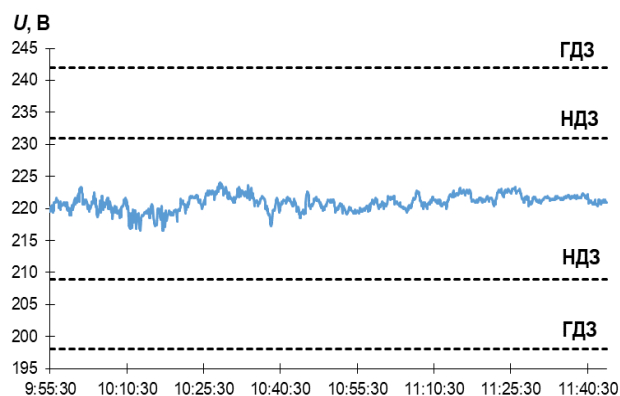


Рис. 1 – Напруга в точці підключення

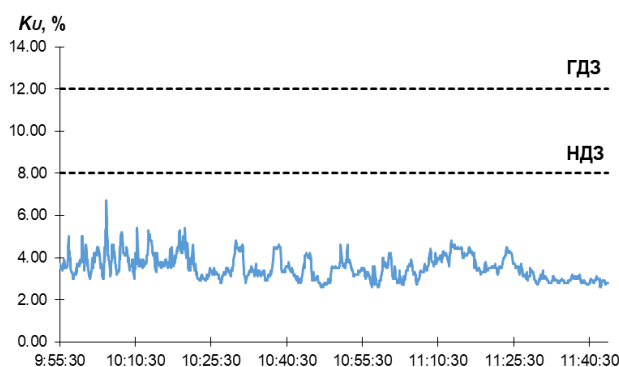


Рис. 2 – Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги

Результати експериментальних досліджень зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Числові характеристики результатів досліджень

Показник	U, V	$K_u, \%$
M	220.93	3.53
Mo	221.3	3.5
Me	221.10	3.4
D	1.452666256	0.323768472
s	1.205266052	0.569006566
As	-0.56746133	0.76384107
Ex	0.729953566	0.529809989
min	216.5	2.6
max	224	6.7

Як видно з результатів дослідження, параметри напруги живлення автомату освітлення на електрифікованій ділянці знаходяться в межах

допустимих значень. Спектральний склад напруги живлення автомату освітлення, в залежності від типу навантаження на ділянці, змінювався наступним чином (табл. 2).

Таблиця 2 – Амплітудні значення гармонік напруги живлення автомату освітлення на електрифікованій ділянці

№ гармоніки	Амплітуда гармоніки, %			
	Без навантаження	При проході вантажного поїзду	При проході електропоїзду Hyundai	При проході електропоїзду
3	2,5	2,9 - 3	3,3	1,1
5	1,5	0,5 – 1,2	1,3	3,2
7	1,4	1,4 – 2,9	2	2,5
9	0,25	0,2 – 0,4	0,2	0,25
11	–	0,2	0,3	0,25
13	–	0,2	–	–

Гармонійний склад напруги також не виходив за межі допустимих значень.

2. Неелектрифікована ділянка залізниці

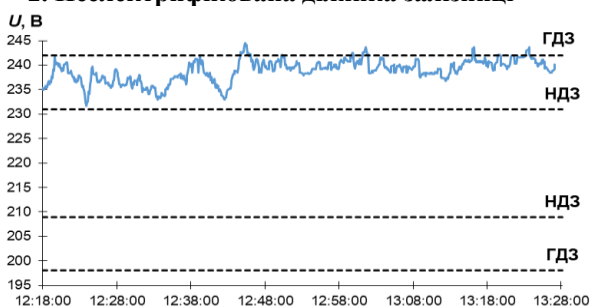


Рис. 3 – Напруга в точці підключення

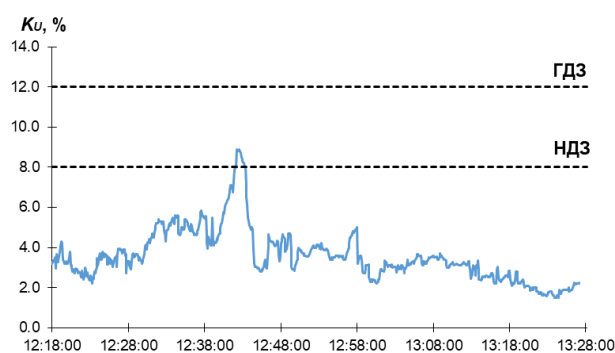


Рис. 4 – Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги

Таблиця 3 – Числові характеристики результатів досліджень

Показник	U, V	$K_u, \%$
M	238.8696751	3.56732852
Mo	239.3	3.1
Me	239.2	3.35
D	5.081007003	1.666970445
s	2.254108915	1.291112096
As	-0.511527283	1.375585755
Ex	0.021925335	3.012811448
min	231.6	1.5
max	244.5	8.9

Отримані результати якості електроенергії на автоматі освітлення неелектрифікованої ділянки показали наступне:

- Напряга живлення на автоматі є завищеною. Усталене відхилення напруги перевищувало як

нормально допустиме, так і гранично допустиме значення;

- Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги за час вимірювань мав один сплеск, що перевищував нормально допустиме значення. Решта значень знаходяться в межах норми.

Таблиця 4 – Амплітудні значення гармонік напруги живлення автомату освітлення на неелектрифікованій

№ гармоніки		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
максимальне значення K_U	Фаза А	5,6	1,5	3,9	3,1	2,5	1,4	1,2	2	2,5	2,1	2	1,3	0,5	0,25
	Фаза В	5,6	1,4	3,9	3	2,5	1,4	1,2	2	2,4	2	1,9	1,3	0,5	0,25
мінімальне значення K_U	Фаза А	1,6	0,4	0,5	0,5	0,2	–	–	0,3	0,2	0,5	0,7	0,3	–	–
	Фаза В	1,6	0,4	0,5	0,5	0,2	–	0,2	0,3	0,2	0,5	0,7	0,3	–	–

Удосконалення схемних рішень джерел живлення приладів МАК при неякісній електроенергії

Автоматичний комутатор МАК-СТ (Р) має сучасну елементну базу, включаючи інтегральний цифровий датчик освітленості MAX44000, мікроконтролер ATMEGA8A, мікросхему годин реального часу DS1338Z-33. В якості первинного джерела живлення +12 В була використана схема безтрансформаторного (з гасним конденсатором) стабілізованого (за принципом шунт-регулятор) джерела живлення [13]. Розрахунок елементів джерела живлення проводився виходячи зі стандартної напруги мережі 220 В $\pm 10\%$), мінімального і максимального струмів навантаження ($10 \text{ mA} \leq I_n \leq 120 \text{ mA}$).

На рис. 5. приведена схема джерела живлення для цього комутатора освітлення, яка має графік залежності вихідної напруги від вхідної при постійному навантаженні $R_n = 120 \text{ Ом}$, представлений на рис. 6.

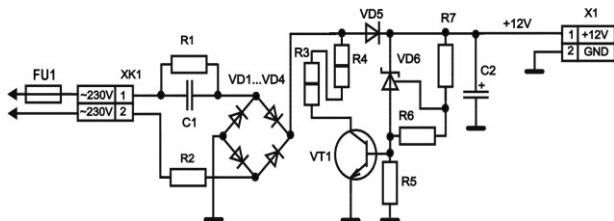


Рис. 5 – Схема безтрансформаторного (с гасним конденсатором) стабілізованого (по принципу шунт-регулятор) джерела живлення

Під час експлуатації цих приладів проявилися збої і відмови приладів, які викликалися (імовірно) коливаннями напруги мережі живлення, впливом гармонійних складових, а також імпульсними перешкодами.

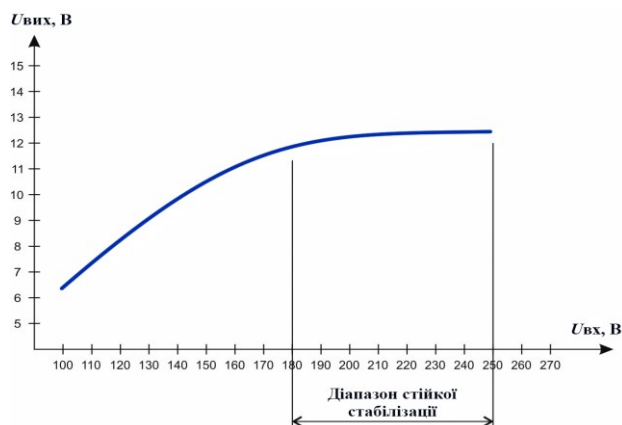


Рис. 6 – Графік залежності вихідної напруги від вхідної при постійному навантаженні ($R_n = 120 \text{ Ом}$)

Під час експлуатації цих приладів проявилися збої і відмови приладів, які викликалися (імовірно) коливаннями напруги мережі живлення, впливом гармонійних складових, а також імпульсними перешкодами.

З метою усунення подібних відмов, за результатами експериментальних досліджень якості електроенергії, був розроблений новий прилад МАК СТ (Р) М з джерелом живлення з розширеним діапазоном вхідної напруги і з вхідним фільтром, що захищає від імпульсних (короткочасних) перешкод вхідної напруги. Це джерело живлення розроблене на базі мікросхеми високоточного імпульсного стабілізатора LNK305PN. Основними його перевагами є:

- понижуючий перетворювач з мінімальною вартістю і числом компонентів;
- повністю інтегровані схеми захисту від короткого замикання з автоматичним перезапуском і

захисту від обриву ланцюга зворотного зв'язку, що зменшує кількість зовнішніх компонентів;

- висока стабільність і мала чутливість до температури;
- висока напруга пробою 700 В забезпечує необхідну стійкість до викидів на вході;
- створення швидких частотних флуктуацій знижує електромагнітні випромінювання (~ 10 дБ), за рахунок чого мінімізується вартість фільтра електромагнітних завад;
- високий поріг спрацьовування термозахисту (мінімум $+135^\circ\text{C}$);
- захист від перегріву, короткого замикання виходу і обриву зворотного зв'язку;
- стабілізація при значних змінах вхідної напруги і струму навантаження навіть в типовій конфігурації;
- широкий частотний діапазон забезпечує швидкість включення без перегулювання;
- робота схеми обмеження струму пригнічує пульсації;
- вбудоване обмеження струму і термозахист з гістерезисом;
- більш високий коефіцієнт потужності в порівнянні з рішеннями на конденсаторному баласті.

Основні параметри джерела живлення на базі IMC LNK305PN:

- діапазон вхідних напруг $\approx 110\text{В} \dots 265\text{В}$;
- вихідна напруга $U_{\text{вих}} = 12 \pm 0,2\text{В}$;
- струм навантаження $I_{\text{н}} = 0 \dots 150\text{мА}$;
- напруга пульсацій на виході, не більше, $U_{\text{п}} = 0,12\text{В}$.

На рис. 7 приведена схема пропонованого джерела живлення на базі IMC LNK305PN, на рис. 8 наведено графік залежності вихідної напруги від вхідної.

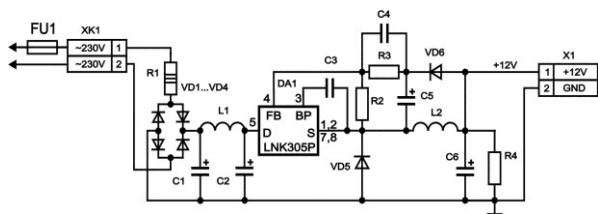


Рис. 7 – Схема джерела живлення на базі IMC LNK305PN при постійному навантаженні ($R_{\text{н}}=120\text{Ом}$)

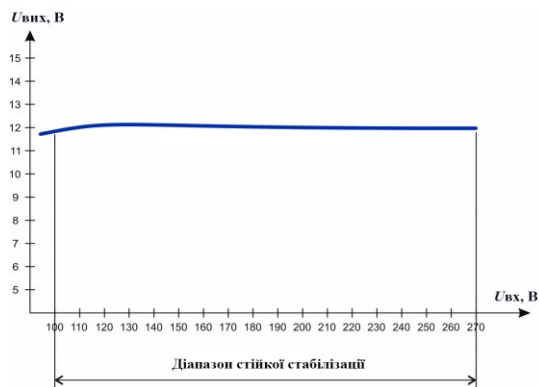


Рис. 8 – Графік залежності вихідної напруги від вхідного джерела живлення на базі IMC LNK305PN

Висновки

На підставі проведених експериментальних досліджень якості електричної енергії встановлено:

- параметри напруги живлення автомату освітлення на електрифікованій ділянці знаходяться в межах допустимих значень;
- напруга живлення на автоматі, що знаходиться на неелектрифікованій ділянці є завищеною та виходить за межі як нормально так і гранично допустимих значень; коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги також виходить за межі нормально допустимих значень.
- спектральний склад напруги як на електрифікованій ділянці, так і на неелектрифікованій ділянці не виходить за межі допустимих значень, хоча і можуть виникати короточасні сплески.

В результаті проведеної модернізації джерел живлення комутаторів освітлення серії МАК отримано наступне:

- діапазон стійкої стабілізації джерела живлення на базі IMC LNK305PN значно ширше, ніж у джерела живлення з гасним конденсатором;
- стабільність вихідної напруги джерела живлення на базі IMC LNK305PN явно вище, ніж у джерела живлення з гасним конденсатором;

З огляду на вбудовані захисти від перегріву, короткого замикання виходу і обриву зворотного зв'язку, а також високий ККД (78%), джерело живлення на базі IMC LNK305PN забезпечує надійну і безперебійну роботу приладів МАК СТ (Р) М в умовах значних коливань напруги мережі живлення на залізниці.

Список літератури

1. Енергоефективне зовнішнє освітлення. URL: ukraine.green-energy-portals.com/cms/uk/technological-solutions/energy-efficient-street-lighting
2. Wen, Y. Personalized dynamic design of networked lighting for energy-efficiency in open-plan offices / Y. Wen, A. Agogino // *Energy and Buildings*. – 2011. – Vol. 43(8). – P. 1919–1924.
3. Cosmin, Copot. PID based Particle Swarm Optimization in Offices Light Control / Cosmin Copot, Thoa MacThi, Clara Ionescu // *IFAC-Papers On Line*. – 2018. – Vol. 51, 4. – P. 382–387.
4. Sturm, R. Managing for Impact: Lessons from the Implementation of the Seven-Country IFC Efficient Lighting Initiative / R. Sturm // *Proceeding of «Right Light 6» Conference*, Shanghai. – 2005.
5. Chen, Jansheng. China's Lighting Industry: Making Efficient & Affordable Lighting Products / Jansheng Chen // *Proceedings. Proceeding of «Right Light 6» Conference*, Shanghai. – 2005.
6. Айзенберг, Ю. Б. Оценка перспективных возможностей энергосбережения в светотехнических установках / Ю. Б. Айзенберг, Н. В. Рожкова, Г. В. Федюкина. – М.: Знак, 2005. – 64 с.

7. **De Keyser, R.** Modelling and simulation of a lighting control system / **R. De Keyser, C. M. Ionescu** // *Simulation Modelling Practice and Theory*. – 2010. – Vol. 18. – P. 165-176.
8. **Jasper, Juchem.** An Analysis of Dynamic Lighting Control in Landscape Offices / **Jasper Juchem, Stijn Lefebvre, Thi Thoa Mac, Clara M. Ionescu** // *IFAC-Papers On Line*. – 2018. – Vol. 51, 4. – P. 232-237.
9. **Пімачова, К. В.** Системи автоматизованого управління зовнішнім освітленням / **К. В. Пімачова, С. А. Приведенний, В. Ф. Рой.** – *Коммунальное хозяйство городов*. Научно-технический сборник. – 2006. – № 72. – С. 204-209.
10. **Айзенберг, Ю. Б.** Справочная книга по светотехнике. 3-е изд., перераб. и доп. / **Ю. Б. Айзенберг.** – М.: Знак, 2006. – 972 с.
11. **Говоров, П. П.** Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / **П. П. Говоров, Р. В. Пилипчук, А. І. Токач.** Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с.
12. **Сиченко, В. Г.** Аналіз режимів напруги на приєднаннях тягових підстанцій змінного струму / **В. Г. Сиченко, Д. О. Босий** // *Вісник Дніпропетровського національного технічного університету залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна*. – 2009. – Вип. 29. – С. 82-86.
13. **Сиченко, В. Г.** Електроживлення пристроїв залізничної автоматики. [Текст] / **В. Г. Сиченко, В. І. Гаврилюк.** Дн-вськ.: Вид-во Маковецький, 2009. – 372 с.
2. **Wen, Y., Agogino, A.** Personalized dynamic design of networked lighting for energy-efficiency in open-plan offices. *Energy and Buildings*, 2011, **43(8)**, 1919-1924.
3. **Cosmin, Copot, Thoa, MacThi, Clara, Ionescu.** PID based Particle Swarm Optimization in Offices Light Control. *IFAC-Papers On Line*, 2018, **51, 4**, 382-387.
4. **Sturm, R.** Managing for Impact: Lessons from the Implementation of the Seven-Country IFC Efficient Lighting Initiative. *Proceeding of «Right Light 6» Conference*, Shanghai, 2005.
5. **Chen, Jansheng.** China's Lighting Industry: Making Efficient & Affordable Lighting Products. *Proceedings. Proceeding of «Right Light 6» Conference*, Shanghai, 2005.
6. **Ayzenberh, Yu., Rozhkova, H. B., Fedukyna, H. V.** Otsenka perspektivnykh vozmozhnostey energhosberezheniya v svetotekhnicheskikh ustanovkakh. M.: Znakh, 2005, 64 p.
7. **De Keyser, R., Ionescu, C. M.** Modelling and simulation of a lighting control system. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2010, **18**, 165-176.
8. **Jasper, Juchem, Stijn, Lefebvre, Thi, Thoa Mac, Clara, M. Ionescu.** An Analysis of Dynamic Lighting Control in Landscape Offices. *IFAC-Papers On Line*, 2018, **51, 4**, 232-237.
9. **Pimachova, K. V., Pryvedenny, S. A., Roy, V. F.** Systemy avtomatyzovanoho upravlinnya zovnishnim osvittenniam. *Municipal economy of cities. Scientific and technical collection*, 2006, **72**, 204-209.
10. **Ayzenberh, Yu. B.** Spravochnaya knyha po svetotekhnike. 3-e yzd., pererab. y dop. M.: Znakh, 2006, 972 p.
11. **Hovorov, P. P., Pylypchuk, R. V., Hovorov, P. P., Tokan', A. I.** Osvitlennya promyslovykh ob'yektiv: Navch. Posibnyk. Ternopil': Dzhura, 2008, 388 p.
12. **Sychenko, V. H., Bosyy, D. O.** Analiz rezhymiv napruhy na pryednannnyakh tyahovykh pidstantsiy zminnoho strumu. *Bulletin of Dnipropetrovsk National Technical University of Railway Transport named after. Ac. V. Lazaryan*, 2009, **29**, 82-86.
13. **Sychenko, V. H., Havrylyuk, V. I.** Elektrozhivlennya prystroyiv zaliznychnoyi avtomatyky. Dnipro, Makovets'kyu, 2009, 372.

Bibliography (transliterated)

1. Enerhoefektyvne zovnishnye osvittlennya. [Energy efficient outdoor lighting] Available at: ukraine.green-energy-portals.com/cms/uk/technological-solutions/energy-efficient-street-lighting.

Відомості про авторів (About authors)

Пилипчук Володимир Петрович – керівник ТОВ «Протон», Сміла, Україна.

Volodimir Pylypchuk – head of «Proton» Ltd, Smila, Ukraine.

Ширяєв Валерій Семенович – ТОВ «Протон», Сміла, Україна.

Valeriy Shuryayev – «Proton» Ltd, Smila, Ukraine.

Сиченко Віктор Григорович – д.т.н., професор, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, завідувач кафедри «Інтелектуальні системи електропостачання»; Дніпро, Україна; e-mail: elpostz@i.ua.

Victor Sichenko - Professor, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, head of "Intelligent power supply system"; Dnipro, Ukraine; e-mail: elpostz@i.ua.

Косарєв Євген Миколайович – аспірант, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, асистент кафедри «Інтелектуальні системи електропостачання»; Дніпро, Україна; e-mail: kosarev@e.diit.edu.ua.

Yevhen Kosarev - postgraduate student, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, assistant of the department "Intelligent power supply systems"; Dnipro, Ukraine; e-mail: kosarev@e.diit.edu.ua.

Малиш Сергій Миколайович – виробничий підрозділ служби електропостачання Шевченківська дистанція електропостачання регіональної філії Одеська залізниця ПАТ Українська залізниця, Сміла, Україна.

Serhiy Malyshev - Production subdivision of the power supply service Shevchenkovsky electric power supply branch of the regional branch Odessa railway PJSC Ukrainian railway, Smila, Ukraine.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Пилипчук, В. П. Підвищення надійності функціонування автоматів освітлення мак при неякісній електроенергії / **В. П. Пилипчук, В. С. Ширяєв, В. Г. Сиченко, Є. М. Косарев, С. М. Малыш** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 1. – С. 167-173. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.23.

Please cite this article as:

Pylypchuk, V., Shyryayev, V., Sychenko, V., Kosariev, Ye., Malyshev, S. Improving the reliability of the automatic lightings functioning with non-quality electricity. *Bulletin of NTU "KhPI", Series: New solutions in modern technologies* Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **26** (1302), 1, 167-173, doi:10.20998/2413-4295.2018.26.23.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Пилипчук, В. П. Повышение надежности функционирования автоматов освещения мак при некачественной электроэнергии / **В. П. Пилипчук, В. С. Ширяев, В. Г. Сыченко, Е. Н. Косарев, С. Н. Малыш** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 1. – С. 167-173. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.23.

АННОТАЦИЯ Вопрос внедрения энергосберегающих технологий в освещении, особенно в условиях непрерывного роста стоимости электроэнергии, актуален и может существенно снизить потребление электроэнергии. Расход электроэнергии на цели освещения может быть заметно снижен достижением оптимальной работы осветительной установки в каждый момент времени. Добиться наиболее полного и точного учета наличия дневного света, так же как и учета присутствия людей, можно, применяя средства автоматического управления. Принцип действия этих устройств основан на полном или частичном выключении осветительной нагрузки при превышении естественной освещенности заданного уровня. Автоматическое управление освещением позволяет снизить текущую мощность освещения, а также исключить возможность работы освещения в нерабочее время за руководящими сигналами. На сегодняшний день разработана и применяется большая гамма модификаций средств автоматического управления освещением в различных сферах народного хозяйства. В то же время, опыт эксплуатации данных устройств показал, что в условиях резкопеременных тяговых нагрузок возникают сбои в работе, связанные с недостаточно устойчивой работой блоков питания. Поэтому в работе проведен анализ качества напряжения питания автоматов освещения и предложены пути модернизации источников питания коммутаторов освещения серии МАК для обеспечения надежной и бесперебойной работы в условиях значительных колебаний напряжения питания на железной дороге.

Ключевые слова: автомат освещения; качество электроэнергии; переменный ток; источник питания; стабилизатор.

Поступила (received) 28.06.2018